

Influencia de la minería artesanal e informal en la calidad del recurso hídrico de Parcoy, La Libertad

Influence of artisanal and informal mining on the quality of the water resource of Parcoy, La Libertad

Alcides Edgar Mantari Camarena*; Wadson Pinchi Ramírez

Escuela de Post Grado, Universidad Nacional de Trujillo, Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú.
wpinchi@unitru.edu.pe

* Autor correspondiente: amantari21@hotmail.com (A. Mantari)

DOI: [10.17268/rev.cyt.2021.02.01](https://doi.org/10.17268/rev.cyt.2021.02.01)

RESUMEN

El objetivo es determinar la influencia de la minería artesanal e informal en la calidad del recurso hídrico en Parcoy, La Libertad. La investigación fue descriptiva, correlacional y transversal. En las conclusiones se identificó que la minería aurífera artesanal e informal se desarrolla en un 75%. Existe contaminación de 63,3% de metales pesados (arsénico, cadmio, cobre, plomo, zinc y hierro) en las quebradas Balcones, Huinchus, Huariracra, Trancahuayco y río Parcoy. Se detectó contaminación a nivel de pH > 6, sólidos totales disueltos > 500 mg/L, oxígeno disuelto > 5 mg/L, conductividad < 1500 uS/cm y turbidez > 5 NTU. Se aplicó una encuesta a la comunidad de Parcoy y se determinó que el 29,5% están de acuerdo y el 31,8% están parcialmente de acuerdo que la actividad minera contamina los recursos hídricos. Se concluye a nivel de contrastación de hipótesis que la correlación entre la variable minería artesanal e informal y recursos hídricos fue significativa con un coeficiente de Pearson de 0,663 y el nivel de significancia de 0,00 fue menos al nivel de significancia de 0,01 por lo cual, se acepta la hipótesis planteada.

Palabras clave: minería informal; contaminación; recursos hídricos

ABSTRACT

The objective is to determine the influence of artisanal and informal mining in the quality of water resources in Parcoy, La Libertad. The research was descriptive, correlational and transversal. In the conclusions it was identified that artisanal and informal gold mining is developed by 75%. There is contamination of 63,3% of heavy metals (arsenic, cadmium, copper, lead, zinc and iron) in the Balcones, Huinchus, Huariracra, Trancahuayco and Parcoy river ravines. Contamination was detected at pH level > 6, total dissolved solids > 500 mg / L, dissolved oxygen > 5 mg / L, conductivity < 1500 uS / cm and turbidity > 5 NTU. A survey was applied to the Parcoy community and it was determined that 29,5% agree and 31,8% partially agree that mining activity pollutes water resources. It is concluded at the level of hypothesis testing that the correlation between the variable artisanal and informal mining and water resources was significant with a Pearson coefficient of 0,663 and the level of significance of 0,00 was less at the level of significance of 0,01 per which, the hypothesis raised is accepted.

Keywords: informal mining; pollution; water resources

1. INTRODUCCIÓN

El incremento en los precios del oro en el presente siglo ha generado que la explotación aurífera se incremente en lo informal; agregando a esto, los problemas que se han generado la sobreexplotación de los recursos hídricos, el financiamiento de narco-terrorismo. El estado debe dar mecanismos adecuados para la formalización minera, su viabilidad, su diseño institucional, de las áreas de reserva (Lopera, 2020).

El oro es explotado generalmente por organizaciones artesanales e informales de pequeña escala, en donde se debe dimensionar como unidad de análisis en lo social evidenciándose un nivel de pobreza generalizada, en lo ambiental se observa los daños alarmantes y en lo económico existe dependencia a la minería informal lo cual impide el desarrollo económico y sostenible de la población aledaña y de la minería de oro, debiéndose discutir los elementos para su transformación (Lara et al., 2020).

Los residuos sólidos proveniente de la minería informal, cuando llegan a los ríos como metales pesados, entre ellos el mercurio y plomo genera alta contaminación hídrica con metales que afecta a los habitantes aledaños a las actividades mineras, siendo los menores de edad los más afectados. En general, la exposición directa no es la única forma de contaminarse, también es la ingesta de vegetales que han sido regados con agua contaminada de ríos contaminados con metales pesados, inclusive, el consumo de animales, o sus derivados, que han sido alimentados con estas aguas contaminadas con metales pesados resultado de las actividades mineras. El mercurio usado en la minería puede llegar directamente a las fuentes hídricas como mercurio elemental. Cuando se usa cianuro, el mercurio forma complejos de alta biodisponibilidad que pueden fácilmente ser bio-metilados, lo cual es más nocivo para la salud (Díaz et al., 2020).

La minería artesanal e informal de oro a nivel mundial es para las zonas rurales un ingreso económico importante. La minería de oro artesanal en pequeñas escalas está representada por la participación de 10 a 15 millones de mineros informales incluido los niños que representa entre el 10% y 15% de dicha cantidad y las mujeres representan casi la mitad y las personas que dependen de la minería informal en 55 países son aproximadamente 100 millones (Briones, 2017).

La explotación minera artesanal e informal trae un impacto negativo en las regiones donde opera debido al impacto en los recursos hídricos por lo que es necesario monitorear los relaves que son los desechos tóxicos subproductos de procesos mineros y concentración de minerales para tratar los relaves y minimizar su impacto en la salud humana, además de los problemas sociales que genera como la violación de los derechos humanos trayendo un impacto social negativa en la región donde opera la minería artesanal e informal (Ledesma, 2018). La explotación minera evidencia alteraciones en la salud de la población aledaña, además de afectar negativamente en lo social y ambiental; poniendo en riesgo la supervivencia y que va de la mano con el surgimiento de serios conflictos medioambientales, con la salud y con conflictos socio-culturales (La Rotta et al., 2017).

La problemática de la minería artesanal y de pequeña escala es una característica de países denominados en “vía de desarrollo” considerada como análoga de minería informal, identificada como actividad ilegal, realizada por poblaciones flotantes, no ha tenido el debido reconocimiento como una opción para pugnar la extrema pobreza. En latinoamericana, África y Asia su espectro está generando la opinión, entre especialistas, que su proceso estaría ligado a lógicas particulares en las relaciones de producción y formas productivas, en el marco del desarrollo de la economía capitalista. En los últimos 30 años su explotación ha adquirido gran importancia socioeconómica. Acercarse a su acontecer implica considerar a las poblaciones involucradas. En el Perú en un país marcado históricamente y económicamente por la minería, particularmente aurífera. Desde las prístinas civilizaciones en los Andes su producción y valor simbolizaron fuentes de jerarquía y poder. Con la presencia hispánica, el oro representó más que un botín, un símbolo de opresión y martirio en los Andes. Con la independencia del país sucedieron aspectos heterogéneos en su proceso, las exportaciones de guano y algodón condicionaron enclaves capitalistas, que en el siglo XX propiciaron el desarrollo y promoción de la gran minería y las antiguas explotaciones auríferas son abandonadas y ocupadas esporádicamente por poblaciones rurales, como una forma de complementar sus ingresos económicos, dando génesis a lo que hoy se especifican como minería artesanal (Pachas, 2010).

La minería informal de oro amenaza el ecosistema del medio ambiente y entre el 15 y 22% del oro que exporta el Perú proviene de la minería ilegal (Anto, 2020).

En el Perú, es preocupación en los recursos hídricos, el impacto de aguas residuales debido a la actividad de la minería artesanal e informal tales como agua de minas, drenajes de ácidos de minas, relaves, drenaje de ácido de relaves, aguas ácidas de depósitos de desmontes, aguas residuales domésticas (Pulcha y Valencia, 2019).

En la minería informal y artesanal existe un debilitamiento de la fiscalización ambiental en los sectores minero e hidrocarburífero lo cual afecta negativamente a los recursos hídricos cerca de la actividad minera (Aguilar, 2017).

La minería artesanal e informal en el estado peruano se calcula que el 85% de mineros son informales se estima en 60 000 el número de familias que de una u otra manera están relacionadas con la minería ilegal; en 50 000 son los mineros ilegales y en 300 000 las personas que son dependientes de la minería artesanal e informal. El 85% son mineros ilegales de extracción aurífera que llega a producir 24 toneladas de oro al año, siendo el 14% de la producción aurífera en el Perú, lo que equivale a 500 millones de dólares y el Estado peruano no recauda ningún dólar de impuesto (Arbex, 2006).

La influencia de la minería artesanal e informal en la calidad del medio ambiente en Parcoy de La Libertad, se ve influenciada directa e indirectamente por la inseguridad social, económica, de salud pública y ciudadana, por las actividades de minería artesanal e informal en la zona (Aburto, 2016).

Se deben tomar en cuenta las lagunas legales y sociales que no han sido consideradas por el regulador del sector, que supervisa, supervisa y controla la minería artesanal e informal, que debe cumplir con su plan de cierre minero progresivo y final; estas obras deberían llevarse a cabo con el enfoque correctivo y preventivo con el cierre de los componentes mineros artesanales e informales (Flores, 2015).

A la fecha no han sido cerrados los mineros artesanales e informales y que están causando mucho daño al medio ambiente. Como fondo; La investigación ha sido determinar el impacto de la contaminación por las actividades e influencia de la minería artesanal e informal sobre el impacto en los recursos hídricos en Parcoy, La Libertad (Cuadros, 2013).

Se justifica porque el estudio se realizó a través del análisis de fuentes secundarias como informes técnicos del Ministerio de Medio Ambiente, Administración Local de Agua (ALA-Huamachuco), Ministerio de Energía y Minas, Ministerio de Salud, Ministerio Público y otras entidades públicas y privadas. Se visitó en el campo, las actividades de minería artesanal e informal y la influencia del área inherente a la investigación. La influencia de la minería artesanal e informal en Parcoy genera volúmenes de agua para los procesos y operaciones mineras, que contribuyen especialmente a la contaminación de los cuerpos de agua superficiales en Parcoy, La Libertad. La consecuencia de esta actividad causa un impacto en la disponibilidad y cantidad del recurso hídrico, la alteración de la dinámica fluvial y calidad del agua superficial, la producción de sedimentos en origen, así como grandes concentraciones de cargas orgánicas, drenajes de ácidos, aceites, grasas combustibles, lubricantes, contaminación por metales pesados y un impacto en los ecosistemas acuáticos, (la identificación de los impactos causados a la Microcuenca de Anacardo Alto), será una herramienta útil para promover la conservación y recuperación de áreas de importancia estratégica para la conservación del recurso hídrico de la cuenca Micro de Anacardo que nace en el área de Parcoy. Esta investigación también se justifica porque servirá como un instrumento para futuras investigaciones relacionadas con la influencia de la minería artesanal e informal y su determinación del impacto del recurso hídrico en la corriente Parcoy, para su uso y manejo adecuado del recurso hídrico y así poder recuperar el medio ambiente y poner a disponibilidad los servicios ambientales ofrecido por el recurso hídrico.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El departamento de La Libertad se encuentra ubicado en la costa norte del país, aunque parte del departamento se extiende a la región de sierra que es en donde se encuentra ubicada la actividad minera artesanal e informal. La explotación minera en La Libertad se concentra en la provincia de Pataz, al extremo Este del departamento, debido a la presencia de la Cordillera Occidental, la provincia de Pataz tiene un terreno accidentado y hay zonas en las que la altitud sobrepasa los 3,600 m.s.n.m. En esta zona, la minería data desde principios de siglo. Empresas como la Northern Mining Co., Compañía Minera Parcoy y Compañía Minera Buldibuyo S.A. tenían sus operaciones en el distrito de Pataz, con dirección hacia el sur hasta el distrito de Tayabamba. Estas empresas abandonaron sus minas y los ex-trabajadores de las minas se dedicaron a explotarla. Sin embargo, hay nuevas empresas que se han establecido en la zona de Retamas-Parcoy y Llacuabamba como Consorcio Minero Horizonte CMH y Minera Aurífera Retamas MARSA. Actualmente, la actividad artesanal se concentra en los pueblos de Pataz, Retamas, Parcoy y Buldibuyo, el pueblo de Pataz se encuentra en la provincia del mismo nombre. En total, alberga a alrededor de 1,350 familias que están distribuidas en el centro poblado principal y 13 anexos. Las familias que se dedican principalmente a la minería artesanal e informal son alrededor de 246 en tres anexos, si bien la población de Pataz no es estrictamente del pueblo, sí proceden de zonas aledañas, las viviendas de Parcoy son de adobe con piso de tierra y techo de teja. Otras tienen techos de calamina, ethernet u otro material aligerado. El pueblo tiene una red pública de agua no potable y poca cobertura de desagüe que descarga a los ríos Mishito y Parcoy. Cuenta con servicio de energía eléctrica con apoyo de la mediana minería presente en la zona, hasta la fecha la Compañía Minera Marsa y CMH abastecen al 30% de hogares con 4 horas diarias de electricidad. Recientemente, se ha instalado servicio de telefonía pública. Parcoy cuenta con un CEI y una escuela estatal. También cuenta con un colegio secundario privado y un Instituto Superior Técnico de Minas.

El objetivo es determinar la actividad minería artesanal e informal en la calidad del recurso hídrico en Parcoy, La Libertad.

El objeto de estudio se encuentra representado por los siguientes aspectos; este proyecto, según Hernández et al (2014) es una investigación Aplicada – Experimental- pre experimental – tiene grado de control mínimo, por cuanto presenta la realidad actual en el distrito de Parcoy en lo referido a la relación de las variables en estudio.

Para el diseño No Experimental transeccional Correlacional Causal, se describirá y medirá las relaciones existentes entre las variables en un periodo determinado, es decir relación de las variables en un periodo determinado, cuyo esquema es el siguiente:

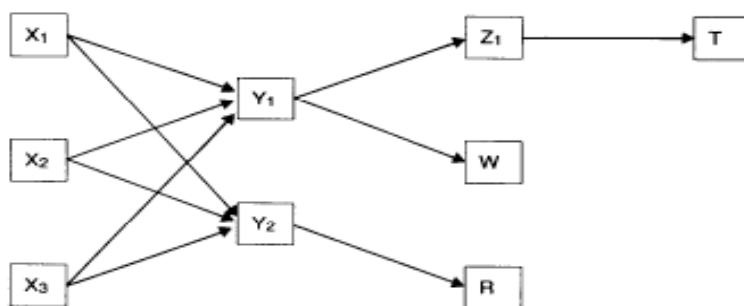


Figura 1. Diseño No Experimental, transeccional, Correlacional - Causal.

Donde:

- X: Muestra.
 Y: Actividades económicas
 Z: Calidad del agua del río Parcoy
 T: Relación entre variables

Población

Las aguas superficiales del río Parcoy.

Muestra

Las muestras estarán constituidas por un litro de agua superficial del río Parcoy, las cuales serán obtenidas de acuerdo a un plan de monitoreo, el cual comprenderá 5 puntos de monitoreo de calidad de agua superficial ubicados en la microcuenca de la quebrada Parcoy.

Los puntos de control estarán ubicados de la siguiente manera:

- **P – 01:** Efluente de origen minero en la quebrada Balcones.
- **P – 02:** Efluente de origen minero en la quebrada Huariracra.
- **P – 03:** Efluente de origen minero en la quebrada Huinchus.
- **P – 04:** Efluente de origen minero en la quebrada Trancahuayco.
- **P – 05:** Agua superficial del río Parcoy a 100 m abajo de la confluencia de los efluentes de la minería artesanal e informal.

De donde se ha obtenido 5 puntos de control por 4 meses (setiembre a diciembre del 2018). Para cada mes se ha hecho una toma de 4 tramos para cada punto obteniéndose 20 tomas por mes, por 4 meses son 80 tomas para evaluar la calidad del agua del cuerpo receptor correspondiente a la micro cuenca de Alto Marañón que nos permitirán determinar la influencia de la actividad minería artesanal e informal en la calidad del recurso hídrico en el distrito de Parcoy, Patate, La Libertad.

Se tiene 246 personas que representa la comunidad y según Esteban (2009) se ha tomado un muestreo probabilístico.

Para determinar el tamaño de la muestra de la comunidad se ha utilizado el método probabilístico, aplicando la fórmula siguiente:

Fórmula:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q} \quad (1)$$

Dónde:

n = Muestra.

N = Población de N° de artesanos..... 246

Z = Orden distribución artesanos confiable 95%... 1,65

d = Grado de error 10%..... 0,10

p = Probabilidad de éxito 50%..... 0,50

q = Probabilidad de fracaso 50%..... 0,50

Reemplazando, tenemos:

$$N = \frac{246 \times 1,65^2 \times 0,50 \times 0,50}{0,10^2 \times (246 - 1) + 1,65^2 \times 0,50 \times 0,50} = 53,48$$

Factor de corrección se determina mediante la siguiente fórmula:

$$f = \frac{n}{N} > 0,05 \quad (2)$$

En donde:

n: Muestra obtenida

N: Población

Cuando el valor del factor de corrección es mayor a 0,05 entonces se aplica una fórmula de ajuste de muestra. Calculando el factor: $f = 53,48/246 = 0,217$ que es mayor a 0,05 por lo tanto es necesario aplicar la fórmula de ajuste de muestra que está representado por la siguiente fórmula:

n_0 representa la primera muestra obtenida de 53.48 y N es la población de 246
 $= 43,93 = 44$ personas

2.2. Instrumentación

En este proyecto, se observará y registrará la naturalidad de los efectos de las actividades de la minería artesanal e informal en la calidad del recursos hídricos en el distrito de Parcoy, Pataz, La Libertad, las relaciones sociales, se obtendrá información por medio de monitoreo de parámetros fisicoquímicos del agua superficial, reportes de campo, resultados de análisis químico de laboratorio acreditado por INDECOPI, a través de archivos de la Municipalidad Distrital de Parcoy y de organización del mismo distrito, esta información se complementará a través de la aplicación de la técnica como monitoreo y análisis químico.

2.3. Métodos y técnicas

Métodos

Análisis de las muestras de agua superficial del río Parcoy, en un laboratorio químico acreditado, número de determinaciones de metales pesados, pH, flujo, sólidos totales disueltos, oxígeno disuelto, conductividad, turbiedad, aceites y grasas, cianuro total, arsénico total, cadmio total, hexavalente, cobre total, hierro disuelto, plomo total, mercurio total, zinc total y determinación de parámetros fisicoquímico como: determinación de caudal, conductividad eléctrica, temperatura del agua y turbidez.

Se identificó los aspectos ambientales, los cuales serán evaluados mediante el método de Causa – Efecto y la matriz de Leopold.

- Estadística Descriptiva

Se aplicó los estimadores estadísticos de la media y la varianza con participación porcentual y gráficos, tabulación de datos de monitoreo. A través del SPSS, el cual es un programa estadístico informático muy usado en las ciencias sociales y las empresas de investigación de mercado. Originalmente SPSS fue creado como el acrónimo de Statistical Package for the Social Sciences, aunque también se ha referido como "Statistical Product and Service Solutions" (Pardo y Ruiz, 2012).

- Estadística Inferencial

Se aplicó el coeficiente de correlación de Spearman, ρ (rho) es una medida de la correlación (la asociación o interdependencia) entre dos variables aleatorias cuantitativas, la actividad de la minería artesanal e informal y el impacto de recurso hídrico, para calcular ρ , los datos son ordenados y reemplazados por su respectivo orden (Hernández et al., 2014).

- Técnicas

Se aplicó las técnicas de análisis por espectrofotometría de absorción atómica y potenciómetro (pH), para la determinación del grado de contaminación producto de la actividad minera artesanal e informal y la calidad del recurso hídrico del río Parcoy, Pataz, La Libertad, se realizará el monitoreo in situ (Hernández, et al. 2006).

- Confiabilidad de los Instrumentos

Los análisis de las muestras de monitoreo serán realizados por un laboratorio acreditado por INDECOPI en donde se aplicarán procedimientos de análisis químicos validados mediante la cuantificación de los niveles de confiabilidad de las mediciones y la opinión de juicio de expertos en la interpretación de resultados.

- Análisis de Datos

El procesamiento de datos implicó la construcción de las tablas de índice de resultado análisis químico y parámetros fisicoquímicos, para ver la actividad minería artesanal e informal afecta al recurso hídrico con frecuencias absolutas simple y relativa (porcentual). Estas tablas sirvieran para la interpretación de la calidad del recurso hídrico en la microcuenca del Alto Marañón que nace en la quebrada de Parcoy donde están instaladas la minería artesanal, la presentación de los datos procesados y ordenados según sus categorías, niveles o clases correspondientes. Así como gráficos unidimensionales para la variable independiente y dependiente del grado de calidad, la tabla bidimensional de frecuencias de ambas variables a nivel general. Se realizará la prueba al cuadrado para determinar la calidad de la actividad de la minería artesanal e informal en la calidad del recurso hídrico.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RESULTADOS

Enfoque filosófico de la minería ilegal:

Desde una perspectiva filosófica, la minería artesanal e informal ha tenido un impacto negativo en el medio ambiente en la calidad de los recursos hídricos que es la base para el sustento del ser humano, así como de los animales y vegetación aledañas a las zonas mineras artesanales e informales. Según Arbaiza et al. (2014), manifiestan que se deben adoptar métodos de extracción que protejan la salud humana y eviten la contaminación ambiental. Además, se debe recuperar las zonas degradadas por la minería ilegal, a través de un Plan de Recuperación de Impactos Ambientales generados por la minería ilegal. La minería artesanal e informal representa un medio de subsistencia y una oportunidad de desarrollo y de lucha contra la pobreza y su formalización dejaría de ser un gran obstáculo para alcanzar los objetivos de desarrollo técnico, ambiental, económico y social. (Arbaiza et al., 2014)

Resultados del análisis químico de metales disueltos y totales en los puntos de control

Tabla 1. Análisis químico de metales disueltos en los puntos de control

PUNTOS DE CONTROL	Tipo Cuerpo de agua	As Total mg/L	Cd Total mg/L	Cu Total mg/L	Pb Total mg/L	Zn Total mg/L	Fe Disuelto mg/L
P – 1	C. Receptor	0,670	0,078	0,055	0,380	2,269	2,207
P – 2	C. Receptor	0,410	0,054	0,051	0,220	2,570	2,153
P – 3	C. Receptor	0,077	0,047	0,023	0,023	0,046	2,524
P – 4	C. Receptor	0,078	0,067	0,122	0,016	0,228	2,675
P – 5	C. Receptor	0,065	0,063	0,127	0,031	0,096	2,569

Nota: Análisis de As, Cd, Cu, Pb, Zn, Fe

Concentración de arsénico (mg/l) en los puntos de control de efluentes y calidad de agua – promedio mensual 2018

En la figura 2 (ver anexo 01) se observa que de los cinco puntos de control de toma de datos se ha determinado que el P – 1 con un valor de 0,670 mg/L (quebrada Balcones) y el P – 2 de 0,410 mg/L (quebrada Huariracra) el nivel de arsénico está muy por encima del valor límite máximo permitido (LMP), considerándose a estos dos puntos como muy críticos debido a que han superado dicho límite. Los puntos de control P – 3 obtuvo el valor de 0,077 mg/L (quebrada Huinchus), el P – 4 de 0,078 mg/L (quebrada Trancahuayco) y P – 5 (Río Parcoy) es de 0,065 mg/L, los cuales están sobre el valor límite (0.1 mg/L).

Concentración de cadmio (mg/l) en los puntos de control de efluentes y calidad de agua – promedio mensual 2018

Según la figura 3 (ver anexo 01) se observa que de los cinco puntos de control de toma de datos se ha determinado que el punto P – 3 obtuvo el valor de 0,047 mg/L (quebrada Huinchus) el cual se encuentra debajo

del LMP, los demás puntos el P – 1 con un valor de 0,078 mg/L (quebrada Balcones), el P – 2 de 0,054 mg/L (quebrada Huariracra), el P – 4 de 0,067 mg/L (quebrada Trancahuayco) y P – 5 (Río Parcoy) es de 0,063 mg/L, los cuales están encima del valor límite permisible del cadmio.

Concentración de cobre (mg/l) en los puntos de control de efluentes y calidad de agua – promedio mensual 2018

En la figura 4 (ver anexo 01), la actividad antropogénica ha ejercido un efecto negativo considerable en la concentración y movilidad de los metales en el suelo y agua; estos contaminantes se encuentran debido a la actividad minera de Parcoy. Estos metales no solo contaminan los cuerpos de agua, sino también el suelo y pueden acumularse en las plantas y los tejidos orgánicos; dichos metales pueden permanecer en el ambiente durante años. En la figura 3.3 se observa que de los cinco puntos de control de toma de datos se ha determinado que en todos los puntos (P – 1, P – 2, P – 3, P – 4 y P – 5) el nivel de cobre están debajo valor límite máximo permitido (LMP).

Concentración de plomo (mg/l) en los puntos de control de efluentes y calidad de agua – promedio mensual 2018

En la figura 5 (ver anexo 01) se observa que de los cinco puntos de control de toma de datos se ha determinado que el P – 1 con un valor de 0,380 mg/L (quebrada Balcones) y el P – 2 de 0,220 mg/L (quebrada Huariracra) el nivel de plomo está muy por encima del valor límite máximo permitido (LMP). Los puntos de control P – 3 obtuvo el valor de 0,023 mg/(quebrada Huinchus), el P – 4 de 0,016 mg/L (quebrada Trancahuayco) y P – 5 (Río Parcoy) es de 0,031 mg/L, los cuales están sobre el valor límite (0,001 mg/L) y a su vez está muy cerca del LMP (0,2 mg/L).

Concentración de zinc (mg/l) en los puntos de control de efluentes y calidad de agua – promedio mensual 2018

En la figura 6 (ver anexo 01) se observa que el P – 1 con un valor de 2,269 mg/L (quebrada Balcones) y el P – 2 de 2,570 mg/L (quebrada Huariracra) el nivel de zinc está muy por encima del valor límite máximo permitido (LMP), considerándose a estos dos puntos como muy críticos debido a que han superado dicho límite. Los puntos de control P – 3 obtuvo el valor de 0,046 mg/L (quebrada Huinchus), el P – 4 de 0,228 mg/L (quebrada Trancahuayco) y P – 5 (Río Parcoy) es de 0,096 mg/L, los cuales están sobre el valor límite (0,001 mg/L) y a su vez está muy cerca del LMP (1,5 mg/L).

Concentración de hierro (mg/l) en los puntos de control de efluentes y calidad de agua – promedio mensual 2018

En la figura 7 (ver anexo 01) se observa que de los cinco puntos de control de toma de datos se ha determinado que todos ellos están encima del valor límite permisible del hierro, es decir, que el P – 1 con un valor de 2,207 mg/L (quebrada Balcones), el P – 2 de 2,153 mg/L (quebrada Huariracra), el P – 3 obtuvo el valor de 2,524 mg/L (quebrada Huinchus), el P – 4 de 2,675 mg/L (quebrada Trancahuayco) y P – 5 (Río Parcoy) es de 2,569 mg/L, los cuales sobrepasan el LMP.

En conclusión, la contaminación de los metales arsénico, cadmio, cobre, plomo, zinc y hierro es debido a un aumento de las actividades de los mineros artesanales e informales de Parcoy. Se debe diseñar un plan preventivo de control de la contaminación de los metales pesados mencionados en los recursos hídricos del distrito de Parcoy.

Tabla 2. Resumen de contaminación de metales pesados en recursos hídricos

	P – 1	P – 2	P – 3	P – 4	P – 5	Contaminación	
						Total	Porcentaje
Arsénico	1	1	0	0	0	2/5	40%
Cadmio	1	1	0	1	1	4/5	80%
Cobre	0	0	0	0	0	0/5	0%
Plomo	1	1	0	0	0	2/5	40%
Zinc	1	1	0	0	0	2/5	40%

	P – 1	P – 2	P – 3	P – 4	P – 5	Contaminación	
						Total	Porcentaje
Hierro	1	1	1	1	1	5/5	100%
Total	5	5	1	2	2	15/30	50%
					Promedio	15/30	50.0%

Tabla 3. Estadística flujo del mes de agosto (L/s)

ESTACION	FLUJO (L/s)				PROMEDIO
	1ra.	2da.	3ra.	4ta.	
P - 1	185,98	551,98	244,10	142,90	281.24
P - 2	405,38	76,60	455,63	146,05	270.91
P - 3	395,87	23,08	1246,82	1381,93	761.93
P - 4	185,98	52,98	244,10	142,90	156.49
P - 5	1272,75	148,57	951,56	1430,53	950.86

Flujo de aguas superficiales en relación al LMP

Se observa en la figura 8 (ver anexo 02) que para los puntos P – 1 y P – 2 están sobrepasando el límite máximo permisible establecido para el punto de monitoreo de calidad de agua.

pH en los puntos de control de efluentes y calidad de aguas. Promedio mensual (Set. – Dic.) 2018

Según la figura 9 (ver anexo 02) se observa que los pH de los puntos P – 1, P – 3 y P – 4 están debajo del valor mínimo 6 lo cual significa que el agua está en un nivel de acides críticos lo que significa que no es apta para el consumo humano y es nocivo para las plantas y animales acuáticos

Sólidos totales disueltos (mg/L) en los puntos de control de efluentes y calidad de aguas. Promedio mensual (Set. – Dic.) 2018

Se observa en la figura 10 (ver anexo 02) que el valor mínimo aceptable de TDS es 500 mg/L y valores superiores al mínimo significa que el agua tiene más TDS de lo permitido. El P – 1 de control de monitoreo tiene 564 mg/L superando el valor mínimo de 500 mg/L lo cual indica que es crítica la contaminación de TDS en dicho punto.

Oxígeno disuelto (mg/L) en los puntos de control de efluentes y calidad de aguas. Promedio mensual (Set. – Dic.) 2018

Se observa en la figura 11 (ver anexo 02) que para cada punto de control de OD se ha obtenido un promedio de los 4 tramos un valor superior a 5 mg/L es decir, ninguno de los valores de OD se puede considerar crítico a nivel de oxígeno disuelto.

Conductividad (µs/cm) en los puntos de control de efluentes y calidad de aguas. Promedio mensual (Set. – Dic.) 2018

Se observa en la figura 12 (ver anexo 02) que P – 1 de control de monitoreo tiene un alto nivel de conductividad y ello es perjudicial para las plantas por su alto contenido de salinidad.

Turbiedad (NTU) en los puntos de control de efluentes y calidad de aguas. Promedio mensual (Set. – Dic.) 2018

Tal como se muestra en la figura 13 (ver anexo 02), la turbiedad en los 5 puntos de control de monitoreo de turbiedad supera el valor de turbiedad requerido de 5 NTU, por lo tanto, hay un alto índice de turbiedad en los puntos de control, lo cual lleva como consecuencia que las plantas detengan su actividad fotosintética.

Se discute que para el ítem 1, los recursos hídricos son la base para una buena cobertura vegetal y cuando se contaminan las aguas, la cobertura vegetal disminuye en magnitud y en calidad y, observando los resultados de la distribución de frecuencias referente a que si la cobertura vegetal se ha alterado debido a la contaminación de los recursos hídricos, se muestra el mayor porcentaje obtenido en cada pregunta y fue de 43,2% que están de acuerdo que se ha alterado la cobertura vegetal en relación a los recursos hídricos.

El ítem 2, las vibraciones causadas por la voladura ocasionan la fractura miento de la masa rocosa. Las voladuras en tajeos y labores de desarrollo y preparación a menudo resultan en sobre-rotura y aflojamiento de la masa rocosa. Las voladuras pueden afectar el curso normal de las aguas subterráneas por el aflojamiento de las masas rocosas y en Parcoy que está ubicado en Pataz existen aguas subterráneas. Se muestra que el resultado fue de 29,5 % que no opina, ni está de acuerdo ni en desacuerdo que de acuerdo que la perforación y voladura afecta a los recursos hídricos.

El ítem 3 que la excavación de superficies y subsuelos en la minería artesanal en Parcoy en la fase de molienda genera cierto nivel de contaminación en los recursos hídricos en donde fue que el 45,5% están de acuerdo que la excavación de la superficie y del subsuelo afectan a los recursos hídricos.

El ítem 4 se sabe que generalmente el curso normal de las aguas subterráneas sufren alteraciones en un nivel alto, medio o bajo, dependiendo de las cercanías de las aguas subterráneas al lugar donde se practica la minería ya sea formal o informal y por ser artesanal e informal la minería en Parcoy afecta más el curso de las aguas subterráneas en dicha localidad, lo cual se puede comprobar con la distribución de frecuencia mostrada en el tabla 3.19 en la cual fue de 38,6% que estuvieron parcialmente de acuerdo que existe alteraciones del curso normal de las aguas subterráneas debido a la minería artesanal e informal.

En el ítem 5, las fuentes de contaminación directa o indirectamente relacionadas a la actividad minero metalúrgica aurífera en la cuenca de los ríos Parcoy – Llacuabamba son los efluentes (aguas de mina), residuos tales como relaves (drenaje de canchas), desmonte (acarreo de partículas finas por escorrentías y residuos de lixiviación (drenaje de canchas) afectan a las aguas superficiales lo cual se corroboran con la distribución de frecuencia mostrada en la tabla 3.19 y el gráfico 3.23 fue de 43,2% están parcialmente de acuerdo que observan contaminación del agua de la superficie por el accionar de la minería artesanal e informal.

En el ítem 6, el problema de drenaje de minas se enfoca en primer lugar en mantener condiciones adecuadas de trabajo tanto a cielo abierto como en subterráneo, por lo tanto, es necesario el bombeo de las aguas; eliminar aguas con ciertas características para que no afecten negativamente la calidad del cuerpo de agua receptor. el 40,9% están de acuerdo que los patrones de drenaje se han alterado debido a la minería informal que los patrones de drenaje se han alterado debido a la minería informal.

El ítem 7, las canchas de relaves o acumulaciones de desmonte, en el sentido de que el aire conectivo incide sobre las partes laterales o superficiales de las canchas conduce a un mayor suministro del agente oxidante (oxígeno atmosférico) en los relaves o desmontes generados por la actividad minera de los mineros artesanales e informales de Parcoy. El 38,6% están de acuerdo que los relaves o desmontes mineros afectan los recursos hídricos.

El ítem 8, la amalgamación se utiliza en la explotación de oro en pequeña escala por la comunidad de Parcoy, debido a su sencillez y la poca inversión de capital. En este proceso el oro es atrapado por el mercurio en una pulpa acuosa para formar una sustancia muy viscosa y de color blanco brillante llamada amalgama. Esta molienda ocurre por abrasión del mineral, lográndose finezas standard para este tipo de procesos, del orden de 50% - 325 mallas. Durante esta operación se va agregando mercurio y agua, hasta que se forma la amalgama que es la solución sólida de oro y mercurio, lo cual ocurre en forma bastante rápida. Seguidamente, esta amalgama se exprime para separar el exceso de mercurio y luego se quema para vaporizar el mercurio, por acción del fuego para obtener el llamado oro refogado. el 34,1% están parcialmente de acuerdo que la amalgamación en la minería artesanal e informal influye en los recursos hídricos.

El ítem 9, la extractiva en mina, por sí misma, es la iniciadora de los procesos contaminantes (generación de desmonte, acceso a oxidación de estructuras rocosas, alteración del nivel freático en la mina, fisuración de estructuras, etc.). Lo anterior da inicio a la llamada contaminación química de la minería artesanal e informal, donde son los productos de reacción de los minerales con agentes del intemperismo y con los reactivos involucrados en los distintos procesos son los que conducen a generar estos elementos contaminantes. Tratándose de reacciones heterogéneas, un factor importante a considerar se refiere al tamaño de partícula expuesta para la reacción.

El ítem 10, la minería artesanal e informal, afectando el cultivo de choclo, maíz, papa, camote, yuca que se cultiva en el distrito de Parcoy, los resultados muestran que el 31,8% están parcialmente de acuerdo que la contaminación de los recursos hídricos debido a la minería artesanal e informal afecta a la fauna y flora.

El ítem 11 el 40,9% están de acuerdo que los productos agrícolas se ven afectados por la disminución de los recursos hídricos debido a la minería artesanal informal y el 31,8% están parcialmente de acuerdo que los productos agrícolas se ven afectados por la disminución de los recursos hídricos debido a la minería artesanal e informal, afectando el cultivo de choclo, maíz, papa, camote, yuca que se cultiva en el distrito de Parcoy.

El ítem 12, la lixiviación es un proceso hidrometalúrgico de la industria extractiva minera-metalúrgica, que se utiliza principalmente en la extracción de algunos minerales como cobre, oro y plata, por medio de la aplicación de disoluciones de ácido sulfúrico y agua en minerales oxidados. El 31,8% están parcialmente de acuerdo que el proceso de lixiviación generado por la minería artesanal informal contamina los recursos hídricos.

El ítem 13 la basura doméstica de los campamentos de mineros artesanales informales contamina los recursos hídricos de la región afectando la flora y fauna, lo cual lo confirma la encuesta aplicada la comunidad en donde el 40,9% están parcialmente de acuerdo que los residuos sólidos domésticos provenientes de poblados y campamentos donde hay trabajadores mineros artesanales informales afectan a los recursos hídricos.

En el ítem 14, se observa que el 31,8% están de acuerdo y el 27,3% están parcialmente de acuerdo con la actividad minera artesanal e informal en su distrito debido a que dicha actividad genera economía en la familia de los mineros artesanales e informales y es la principal fuente de ingreso para la manutención de sus familiares dentro de la comunidad de Parcoy.

El ítem 15, frente a todos los problemas sociales que pueden surgir en el distrito de Parcoy tales como la delincuencia, prostitución y alcoholismo, muchas veces considerados como consecuencias que puede traer la minería artesanal e informal, los pobladores han tomado medidas a través de la creación de organizaciones y el trabajo en conjunto con el Municipio Distrital de Parcoy. El incremento económico resultado de esta actividad trae consigo el aumento de la delincuencia, prostitución y el alcoholismo tal como el 40,9% están de acuerdo que la minería artesanal e informal trae delincuencia, prostitución y alcoholismo en el distrito de Parcoy.

El ítem 16, el 50% están de acuerdo que la minería artesanal e informal crea corrupción en tus autoridades locales y regionales, debido a las licitaciones relacionadas con las actividades mineras. Sin embargo, no se ha comprobado por la fiscalía de Parcoy sobre corrupción de funcionarios de Parcoy relacionados con la actividad minera de dicha localidad. Los niños trabajan en dos situaciones: en actividades de procesamiento que no se delegan a los obreros para evitar que éstos puedan apropiarse de parte del mineral y en diferentes tareas en el caso de las familias más pobres.

En el ítem 17 el 43,2% están parcialmente de acuerdo que la minería artesanal e informal explota a niños de bajos recursos económicos.

El ítem 18 el 27,3% no opina, ni está de acuerdo ni en desacuerdo que la minería artesanal e informal trae culturas que no son de la zona generando problemas sociales, culturales y antropológicos. En el distrito de Parcoy llegan personas de otras localidades, algunos son delincuentes que buscan extorsionar a los mineros artesanales e informales y otros

El ítem 19 el 38,6% están parcialmente de acuerdo que la minería artesanal e informal crea inseguridad a sus trabajadores y proviene de delincuentes que llegan de otras localidades al distrito de Parcoy generando inseguridad en los trabajadores mineros, la policía trata de apoyar a las personas que han denunciado dichas extorsiones, sin embargo, muchas personas no denuncian las extorsiones por temor a sus vidas.

El ítem 20 el 31,8% están parcialmente de acuerdo que la minería artesanal e informal es una actividad que no genera garantía sobre vidas de sus trabajadores. Los trabajadores en minas artesanales e informales, por lo general, no cuentan con seguro de accidentes laborales que brindan las compañías de seguro y esto es debido a su situación informal siendo evidente el alto riesgo laboral de sus trabajadores.

El ítem 21 el 40,9% está de acuerdo que la minería artesanal e informal es una actividad que no cuenta con seguro de alto riesgo para sus trabajadores.

El ítem 22 el 54,5% están de acuerdo que la minería artesanal e informal es una amenaza para salud y medio ambiente lo cual se confirma con todos los accidentes laborales ocurridos durante la actividad minera por no cumplir con los estándares de protección de equipos y trajes adecuados para la explotación minera aurífera en el distrito de Parcoy.

Se discute el daño ambiental indicando que en Parcoy la calidad a los recursos hídricos según la comunidad minera que el 60,3% (31,8% están parcialmente de acuerdo y el 29,5% están de acuerdo) opinan que la minería artesanal e informal afecta a los recursos hídricos y comparando estos resultados con la investigación de Soto

(2015) en la cual el 84,21% de la comunidad minera encuestada opinan que la actividad minera informal causa daño ambiental. Además, se compara estos resultados con la investigación de Ballesteros (2018) en la cual el 60% opinan que la minería artesanal causa contaminación ambiental de la comunidad de Yarusyacan de Huánuco la cual se aproxima al porcentaje de contaminación de Parcoy por la actividad minera artesanal e informal.

Se discute la contratación de la hipótesis que la correlación entre la variable minería artesanal e informal y la variable recursos hídricos fue significativa con un coeficiente de Pearson de 0,663 y el nivel de significancia de 0,00 fue menor al nivel de significancia de 0,01, por lo que, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa planteada: “Existe una influencia significativa entre las actividades de la minería artesanal e informal en la calidad de la calidad del recurso hídrico en Parcoy, La Libertad.”

4. CONCLUSIONES

Se concluye del objetivo general, que se determinó la influencia de la minería artesanal en informal en 73,8% en la calidad del recurso hídrico en Parcoy, La Libertad. Además, existe una correlación significativa entre la variable minería artesanal e informal y la variable recursos hídricos con una correlación de Pearson de 0,663 siendo el nivel de significancia obtenido 0,00 que es menor al nivel de significancia de 0,01, por lo tanto, existe una influencia significativa entre las actividades de la minería artesanal e informal en la calidad del recurso hídrico en Parcoy, La Libertad.

Se concluye del objetivo específico 1, que la minería artesanal informal equivale al 75% de la actividad minera en la microcuenca del Alto Marañón, en Parcoy, siendo dos minas formales las que operan en Parcoy y que representa el 25% de la minería que es formal, mientras que, la minería artesanal e informal ha resultado en un 75% lo cual demuestra un alto porcentaje de informalidad. La minería es exclusivamente aurífera y que la producción de oro 350 kilos mensuales de los mineros artesanales e informales y la producción en oro de las mineras formales es de 117 kilos mensuales. El 25% de minería formal son las mineras Consorcio Nuevo Horizonte y Marsa.

Se concluye del objetivo específico 2, que existe una elevada contaminación de arsénico en los recursos hídricos del distrito Parcoy, los puntos de control P – 3 obtuvo el valor de 0.077 mg/L (quebrada Huinchus), el P – 4 de 0,078 mg/L (quebrada Trancahuayco) y P – 5 (Río Parcoy) y con el valor ECA para el arsénico se determinó que tienen valores superiores al valor ECA de 0,1 mg/L para el arsénico.

Se concluye del objetivo específico 3, que en relación al pH del agua que el agua en las quebradas Balcones, Huinchus y Trancahuayco no es apto para el consumo debido a que los valores de los cinco puntos de control P – 1 (quebrada Balcones), P – 2 (quebrada Huariracra), P – 3 (quebrada Huinchus), P – 4 (quebrada Trancahuayco) y P – 5 (río Parcoy), solo el P – 2 y el P – 5 tienen su pH mayor a 6.

Se concluye del objetivo específico 4, que se analizó y evaluó la calidad ambiental de la quebrada Parcoy tomando como base los resultados de la encuesta aplicada a la comunidad minera de Parcoy en la muestra de 44 ciudadanos seleccionados. Se observó que la cobertura vegetal se ha alterado debido a la contaminación de los recursos hídricos en la cual se muestra que el 43,2% están de acuerdo que se ha alterado la cobertura vegetal. Las vibraciones causadas por la voladura ocasionan la fractura miento de la masa rocosa. Las voladuras en tajeas y labores de desarrollo y preparación a menudo resultan en sobre-rotura y aflojamiento de la masa rocosa. Las voladuras afectan el curso normal de las aguas subterráneas por el aflojamiento de las masas rocosas y en Parcoy que está ubicado en Pataz existen aguas subterráneas. Se muestra que el resultado fue de 18,2% están de acuerdo que la perforación y voladura afecta a los recursos hídricos. Para la excavación de superficies y subsuelos en la minería artesanal en Parcoy en la fase de molienda genera cierto nivel de contaminación en los recursos hídricos tal como se puede observar que el 45,5% están de acuerdo que la excavación de la superficie y del subsuelo afectan a los recursos hídricos.

Se concluye a nivel de contrastación de la hipótesis que la correlación entre la variable minería artesanal e informal y la variable recursos hídricos fue significativa con un coeficiente de Pearson de 0,663 y el nivel de significancia de 0,00 fue menor al nivel de significancia de 0,01; por lo que, por lo cual se acepta la hipótesis alternativa planteada, es decir, sí existe una influencia significativa entre las actividades de la minería artesanal e informal en la calidad del recurso hídrico en Parcoy, La Libertad.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi gratitud a las familias del distrito de Parcoy, dirigentes, líderes y campesinos que accedieron a las entrevistas, brindando toda su confianza para continuar con el proceso de investigación, contribuyendo así a la consolidación de un trabajo que pretende contribuir al desarrollo del distrito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aburto, I. 2016. Estrategia de Vida de las familias con el incremento de minería artesanal en el distrito de Parcoy provincial de Patate 2015. Tesis, Facultad Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Trujillo, Perú.
- Aguilar, G. 2017. Entre el fortalecimiento y el debilitamiento de la fiscalización ambiental en los sectores minero e hidrocarburífero: Caso OEFA. Revista Ciencia Política 8(15): 63-80.
- Anto, M. 2020. Impacto de la minería y tala ilegal en el desarrollo y la Seguridad Nacional. Revista Ciencia e Investigación en Defensa CAEN 1(2): 50-60.
- Ballesteros, J. 2018. La minería ilegal Como factor al derecho a la vida en la comunidad de Yarushacan 2015. Tesis, Facultad de Derecho y Ciencias Políticas, UNT, Trujillo - Perú.
- Briones, D. 2017. Alternativas de solución a la minería informal. Tesis Maestría, Escuela de Dirección PAD, UP, Piura - Perú.
- Díaz, M.; Varona, M.; Sánchez, C.; Idrovo, J. 2020. Exposición a plomo y mercurio en poblaciones de la ribera del río Bogotá: estudio multi - método. Revista Salud Pública 21(1): 1-8.
- La Rotta, A.; Torres, M. 2017. Explotación minera y sus impactos ambientales y en salud. El caso de Potosí en Bogotá. Revista Salud Em Debate 41(112): 77-91.
- Lara, J.; Furtado, A.; Altimiras, A. 2020. Minería del platino y el oro en Chocó: pobreza, riqueza natural e informalidad. Revista Economía Institucional 22(42): 241-268.
- Ledesma, W. 2018. Propuesta de tratamiento del depósito de relaves de quilacocha-pasco para su remediación ambiental, basada en experiencias exitosas en empresas mineras. Tesis Maestría, Escuela de Posgrado, UNDAC, Cerro de Pasco - Perú.
- Lopera, G. 2020. La formalización minera en el Bajo Cauca antioqueño a través de las áreas de reserva especial. Una aproximación al diseño institucional desde el marco de análisis y desarrollo institucional. Revista Estudios Políticos 58: 141-166.
- Pulcha, J.; Valencia, M. 2019. Evaluación de la degradación de contaminantes ecotóxicos de las aguas de residuales de la industria minera por medio de humedales artificiales. Tesis, Facultad de Ciencias e Ingeniería, PUCP, Lima - Perú.

ANEXOS

ANEXO 01: Análisis químico de metales disueltos en los puntos de control

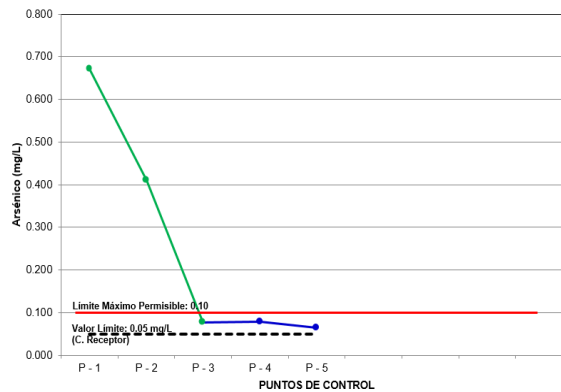


Figura 2. Concentración de arsénico (mg/l) en los puntos de control de efluentes y calidad de agua – promedio mensual 2018

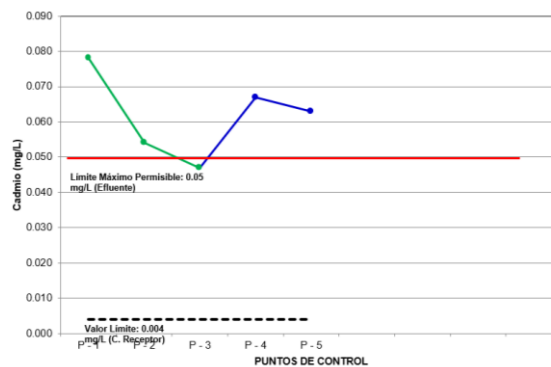


Figura 3. Concentración de cadmio (mg/l) en los puntos de control de efluentes y calidad de agua – promedio mensual 2018

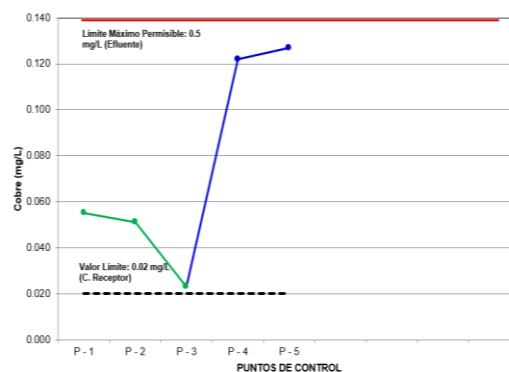


Figura 4. Concentración de cobre (mg/l) en los puntos de control de efluentes y calidad de agua – promedio mensual 2018

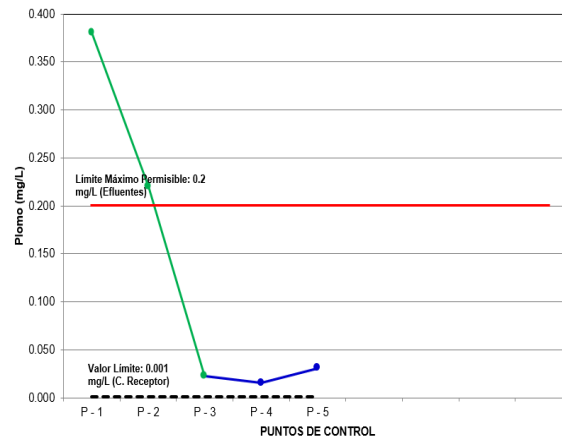


Figura 5. Concentración de plomo (mg/l) en los puntos de control de efluentes y calidad de agua – promedio mensual 2018

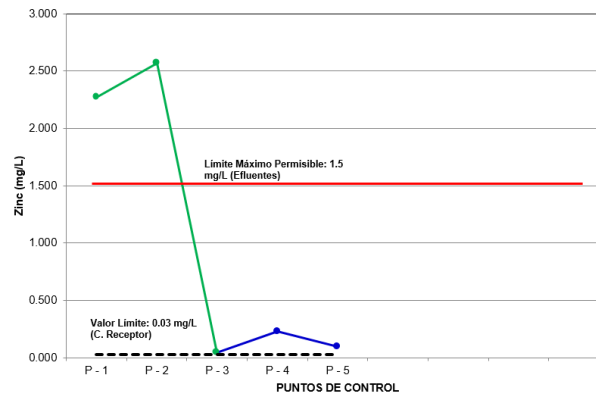


Figura 6. Concentración de zinc (mg/l) en los puntos de control de efluentes y calidad de agua – promedio mensual 2018

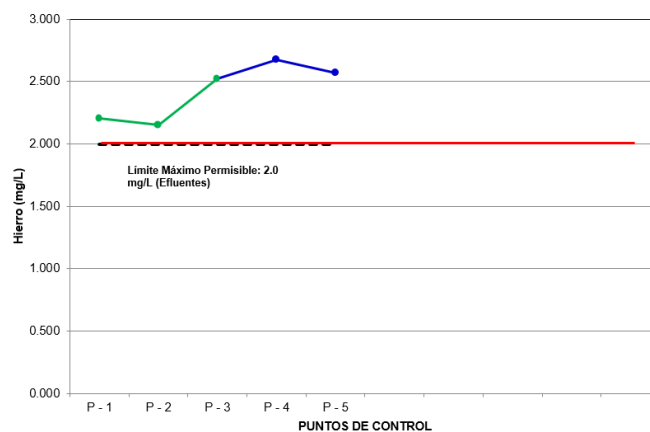


Figura 7. Concentración de hierro (mg/l) en los puntos de control de efluentes y calidad de agua – promedio mensual 2018

ANEXO 02: Contaminación de metales pesados en recursos hídricos

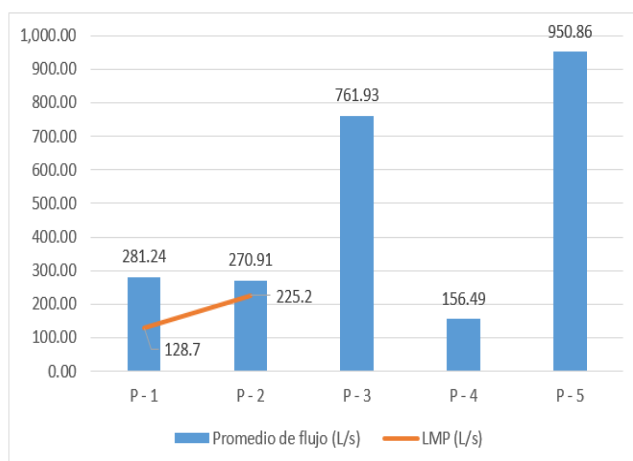


Figura 8. Flujo de aguas superficiales en relación al LMP (data tabla 3)

Monitoreo de toma de datos de pH

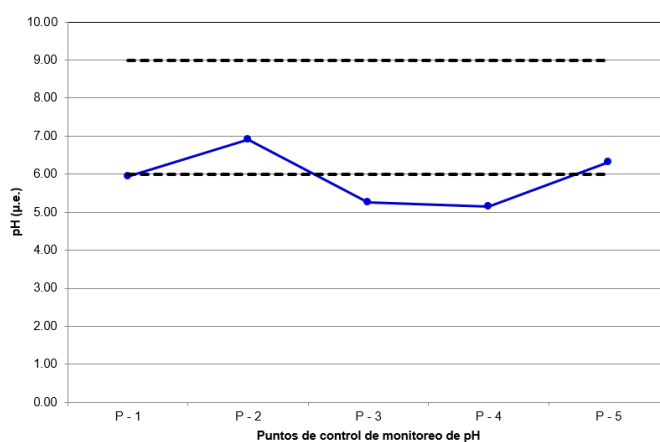


Figura 9. Promedio mensual (Set. – Dic. 2018) de pH en los puntos de control de efluentes y calidad de aguas

Monitoreo de toma de datos de sólidos disueltos totales (TDS)

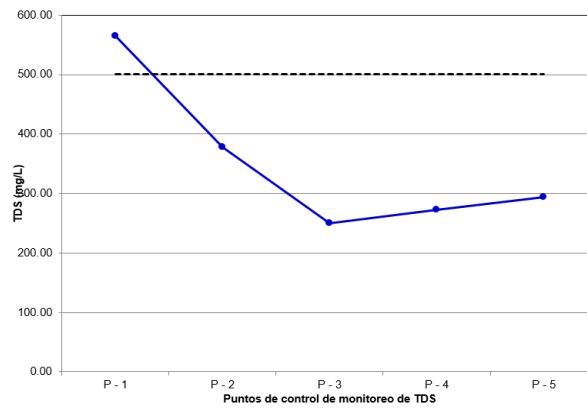


Figura 10. Promedio mensual (Set. – Dic. 2018) de sólidos totales disueltos (mg/L) en los puntos de control de efluentes y calidad de aguas

Monitoreo de toma de datos de oxígeno disuelto (OD)

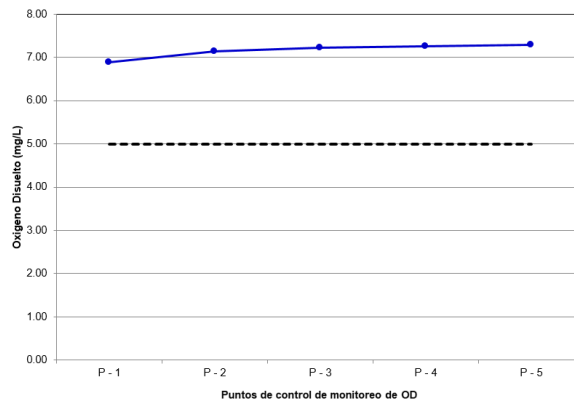


Figura 11. Promedio mensual (Set. – Dic. 2018) de oxígeno disuelto en mg/L en los puntos de control de efluentes y calidad de aguas

Monitoreo de toma de datos de conductividad

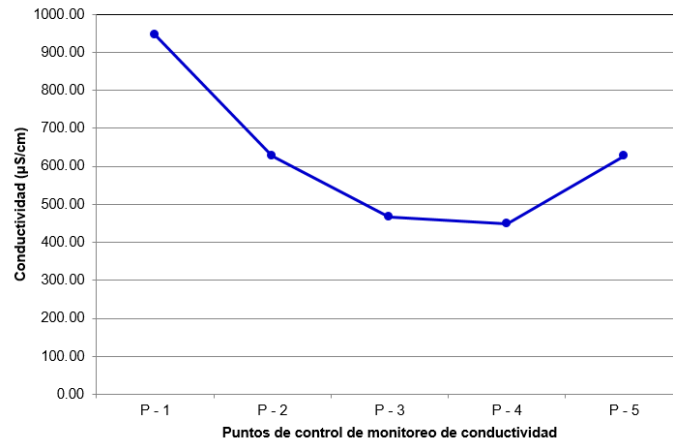


Figura 12. Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) en los puntos de control de efluentes y calidad de aguas del Promedio mensual (Set. – Dic. 2018)

Monitoreo de toma de datos de turbiedad

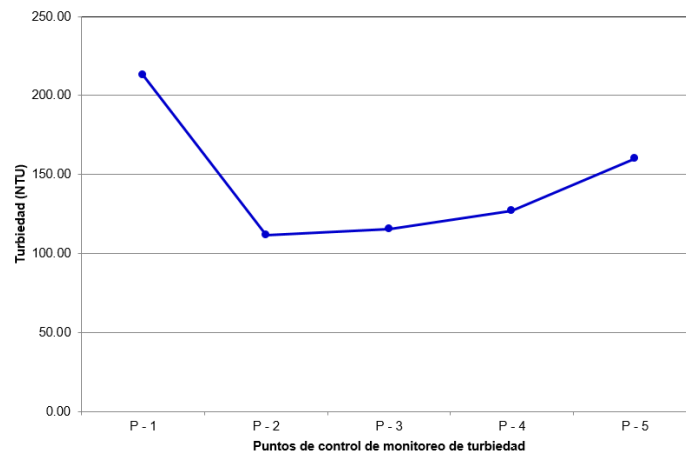


Figura 13. Turbiedad (NTU) en los puntos de control de efluentes y calidad de aguas del promedio mensual (Set. – Dic. 2018)